

O cálculo mais minucioso foi feito por James Ussher, que se tornou arcebispo de Armagh em 1624. Ele empregou um agente no Oriente Médio para procurar os mais antigos textos bíblicos conhecidos, que tornassem sua estimativa menos suscetível a erros de transcrição e tradução. Também fez um enorme esforço para ancorar a cronologia do Velho Testamento a um acontecimento da história escrita. No final, descobriu que a morte de Nabucodonosor era mencionada indiretamente no Segundo Livro dos Reis, e assim poderia ser datada em termos de história bíblica. A morte e sua data também apareciam em uma lista de reis da Babilônia compilada pelo astrônomo Ptolomeu, e assim poderia ser ligada ao registro histórico moderno. Conseqüentemente, depois de muitos cálculos e pesquisas históricas, Ussher conseguiu afirmar que a data da criação era sábado, 22 de outubro de 4004 a.C. E, para ser mais preciso, Ussher anunciou que o tempo começara às seis da tarde daquele dia, baseado em uma passagem do Livro do Gênesis que afirmava que “a noite e a madrugada foram o primeiro dia”.

Embora isso possa parecer uma interpretação literal absurda da Bíblia, ela fazia sentido para uma sociedade que julgava as Escrituras como a autoridade definitiva na grande questão da criação. De fato, a data do bispo Ussher foi reconhecida pela Igreja Anglicana em 1701 e posteriormente publicada na margem de abertura da Bíblia do rei James até o século XX. Até mesmo cientistas e filósofos estavam satisfeitos por aceitar a data de Ussher mesmo no meio do século XIX.

Entretanto, a pressão científica para questionar 4004 a.C. como o ano da criação ganhou força quando Charles Darwin publicou sua teoria da evolução pela seleção natural. Embora Darwin e seus seguidores achassem a seleção natural irresistível, tinham que admitir que era um processo de evolução lento demais, totalmente incompatível com a declaração de Ussher de que o mundo tinha apenas 6 mil anos de idade. Conseqüentemente, houve um esforço coordenado para determinar a idade da Terra através de métodos científicos, com a esperança de estabelecer uma idade de milhões ou mesmo bilhões de anos.

Os geólogos vitorianos analisaram a taxa de deposição das rochas sedimentares e estimaram que a Terra tinha pelo menos vários milhões de anos de idade. Em 1897, lord Kelvin usou uma técnica diferente: ele presu-

miu que o mundo devia se ter formado a partir de uma massa de magma que se resfriou. Ele calculou que devia ter levado um tempo considerável para que a Terra se resfriasse até a temperatura atual, e fez uma hipótese diferente, de que a Terra se formou a partir de uma nuvem de gás e poeira. Quanto tempo levaria para a Terra se resfriar até a temperatura atual, dada sua atual salinidade, o que levou milhões de anos. Nos primeiros anos, a radioatividade poderia ter aquecido a Terra, e a estimativa de 500 milhões de anos aumentaram a idade para a datação demonstrava ser verdadeira. Cada nova medida fazia a idade da Terra parecer mais antiga.

Os cientistas testemunharam a existência da Terra, e houve um consenso. Antes do século XIX, a maioria dos cientistas eram catastrofistas, acreditando que o universo era formado por uma série de eventos catastróficos. O movimento de rochas para criar as formações geológicas que vemos hoje era para que a Terra pudesse ser formada em um curto espaço de tempo. Mas, no final do século XIX, os detalhes e à luz dos últimos dados, os cientistas mudaram para uma mudança gradual e contínua.

Os uniformitaristas acreditavam que a Terra havia se formado a partir de uma nuvem de gás e poeira, e que a vida havia aparecido da noite para o dia, em milímetros por ano ao longo de milhões de anos.

O crescente movimento da Terra tinha mais de 1 bilhão de anos, mais velho ainda, talvez 10 bilhões de anos. Isso deu à comunidade científica e integralidade. Se a Terra era tão antiga, era preciso explicar como a vida havia aparecido.

minu que o mundo devia ser feito de rocha derretida quando se formou e calculou que devia ter levado pelo menos 20 milhões de anos para que esfriasse até a temperatura atual. Um par de anos depois, John Joly usou uma hipótese diferente, de que os oceanos começaram com água pura, e estimou quanto tempo levaria para que os sais se dissolvessem até darem aos mares a sua atual salinidade, o que parecia implicar uma idade em torno de 100 milhões de anos. Nos primeiros anos do século XX, os físicos demonstraram que a radioatividade podia ser usada para datar a Terra, o que levou a uma estimativa de 500 milhões de anos em 1905. Aprimoramentos dessa técnica aumentaram a idade para mais de 1 bilhão de anos em 1907. O jogo da datação demonstrava ser um enorme desafio científico, mas ficava claro que cada nova medida fazia a Terra parecer cada vez mais antiga.

Os cientistas testemunharam essa imensa mudança em sua concepção da idade da Terra, e houve uma mudança paralela no modo como viam o universo. Antes do século XIX os cientistas geralmente adotavam a visão *catastrofista*, acreditando que catástrofes poderiam explicar a história do universo. Em outras palavras, nosso mundo tinha sido criado e moldado por uma série de eventos cataclísmicos súbitos, tais como um maciço levantamento de rochas para criar montanhas, ou o dilúvio bíblico para esculpir as formações geológicas que vemos hoje em dia. Tais catástrofes eram essenciais para que a Terra pudesse ter sido formada no curso de alguns milhares de anos. Mas, no final do século XIX, depois de estudar a Terra com mais detalhes e à luz dos últimos resultados na datação de amostras de rochas, os cientistas mudaram para uma visão *uniformitarista* do mundo, acreditando numa mudança gradual e uniforme para explicar a história do universo.

Os uniformitaristas estavam convencidos de que as montanhas não tinham aparecido da noite para o dia, mas se erguido na proporção de alguns milímetros por ano ao longo de milhões de anos. O crescente movimento uniformitarizante se originou do consenso de que a Terra tinha mais de 1 bilhão de anos de idade, e o universo, portanto, devia ser mais velho ainda, talvez infinitamente velho. Um universo eterno parecia agredar a comunidade científica, porque a teoria tinha uma certa elegância, simplicidade e integralidade. Se o universo existia havia uma eternidade, então não era preciso explicar como ele fora criado, por que fora criado ou quem o criara.

or James Ussher, que se tornou arce-
u um agente no Oriente Médio para
conhecidos, que tornassem sua esti-
scrição e tradução. Também fez um
ia do Velho Testamento a um acon-
final, descobriu que a morte de
amente no Segundo Livro dos Reis,
história bíblica. A morte e sua data
da Babilônia compilada pelo astrô-
da ao registro histórico moderno.
culos e pesquisas históricas, Ussher
ra sábado, 22 de outubro de 4004
cion que o tempo começara às seis
passagem do Livro do Gênes que
um o primeiro dia".
pretação literal absurda da Bíblia,
fulgava as Escrituras como a auto-
riação. De fato, a data do bispo
cana em 1701 e posteriormente
do rei James até o século XX. Até
eitos por aceitar a data de Ussher
questionar 4004 a.C. como o ano
arwin publicou sua teoria da evo-
in e seus seguidores achassem a
tir que era um processo de evo-
l com a declaração de Ussher de
idade. Consequentemente, houve
idade da Terra através de méto-
lecer uma idade de milhões ou
taxa de deposição das rochas
pelo menos vários milhões de
ma técnica diferente: ele presu-

Os cientistas sentiam-se especialmente orgulhosos por terem desenvolvido uma teoria do universo que não dependia mais da invocação de Deus.

Charles Lyell, o mais destacado dos uniformitaristas, declarou que o princípio do tempo estava “além do alcance dos mortais”. Tal visão foi reforçada pelo geólogo escocês James Hutton: “O resultado, portanto, de nossa presente investigação é que não encontramos vestígio de um princípio ou a perspectiva de um fim”.

O uniformitarismo teria recebido a aprovação de alguns dos primeiros cosmólogos gregos, como Anaximandro, que afirmava que planetas e estrelas “nascem e morrem dentro de um infinito eterno e imutável”. Algumas décadas depois, em torno de 500 a.C., Heráclito de Éfeso reiterou a natureza eterna do universo: “Este cosmos, igual para todos, não foi feito por deus ou por homem, mas era e sempre será: uma chama eterna, se inflamando e se extinguindo de acordo com a distância”.

E assim, no início do século XX, os cientistas estavam satisfeitos em viverem num universo eterno. Essa teoria, contudo, era baseada em indicações muito tênues. Embora houvesse sinais das datações que apontavam para um universo verdadeiramente antigo, com pelo menos bilhões de anos, a idéia de que o universo era eterno se baseava na maior parte num ato de fé. Não havia justificativa científica para se extrapolar de uma idade terrestre de bilhões de anos para um universo que fosse eterno. É certo que um universo infinitamente velho constituía uma visão cosmológica consistente e coerente, mas isso nada mais era do que um desejo, a menos que alguém pudesse encontrar alguma prova científica para apoiá-lo. De fato, o modelo do universo eterno fora construído sobre alicerces tão frágeis que provavelmente merecia o título de mito em lugar de teoria científica. O modelo do universo eterno de 1900 era uma explicação tão frágil quanto a de que houvera um deus gigante azul chamado Wulbari que separara os céus da terra.

Por fim os cosmólogos confrontariam essa situação embaraçosa. De fato eles passariam o resto do século XX lutando para substituir o último grande mito por uma explicação científica rigorosa e respeitável. Procuraram desenvolver uma teoria detalhada e buscaram provas concretas para apoiá-la, de modo que pudessem abordar com confiança a pergunta fundamental: o universo é eterno ou foi criado?

A batalha pela história cos obsessivos, astrôno aliança rebelde tentari: tecnologias mais moder Responder a pergunta grandiosas, mais contro

A batalha pela história do universo, finito ou infinito, envolveria teóricos obsessivos, astrônomos heróicos e experimentadores brilhantes. Uma aliança rebelde tentaria derrubar uma ordem implacável empregando as tecnologias mais modernas, dos telescópios gigantes aos satélites espaciais. Responder a pergunta fundamental resultaria em uma das aventuras mais grandiosas, mais controversas e desafiadoras da história da ciência.

mulhosos por terem desenvolvido uma
da invocação de Deus.
formitárias, declarou que o princípio
is". Tal visão foi reforçada pelo geólogo
unto, de nossa presente investigação é
pio ou a perspectiva de um fim".
aprovação de alguns dos primeiros
que afirmava que planetas e estre-
finito eterno e imutável". Algumas
eráculo de Eféso reiterou a nature-
l para todos, não foi feito por deus
ma chama eterna, se inflamando e
1".
cientistas estavam satisfeitos em
ia, contudo, era baseada em indi-
inais das datações que apontavam
com pelo menos bilhões de anos,
aseava na maior parte num ato de
se extrapolar de uma idade terres-
que fosse eterno. É certo que um
ma visão cosmológica consistente
e um desejo, a menos que alguém
a para apoiá-lo. De fato, o mode-
ore alicerces tão frágeis que pro-
gar de teoria científica. O modelo
icação tão frágil quanto a de que
Wulbari que separara os céus da
ssa situação embaraçosa. De fato
o para substituir o último grande
sa e respeitável. Procuraram de-
provas concretas para apoiá-la,
anga a pergunta fundamental: o

CAPÍTULO 1 – NO PRINCÍPIO RESUMO

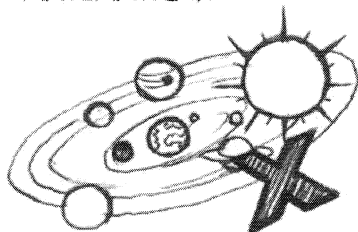
INICIALMENTE, AS SOCIEDADES EXPLICAVAM TUDO EM TERMOS DE MITOS, DEUSES E MONSTROS.



1 NO SÉCULO VI A.C., NA GRÉCIA:
FILÓSOFOS COMEÇARAM A DESCREVER O UNIVERSO EM TERMOS DE FENÔMENOS NATURAIS (E NÃO SOBRENATURAIS).

ELES CONSEGUIRAM MEDIR O TAMANHO DA TERRA, DA LUA E DO SOL E AS DISTÂNCIAS QUE OS SEPARAM USANDO:

- ♦ EXPERIÊNCIA/OBSERVAÇÃO
- ♦ LÓGICA/TEORIA (+ MATEMÁTICA).



OS PROTOCIENTISTAS GREGOS BUSCARAM TEORIAS E MODELOS QUE FOSSEM:

- ♦ SIMPLES
- ♦ PRECISOS
- ♦ NATURAIS
- ♦ VIÁVEIS



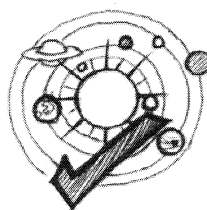
OS ASTRÔNOMOS GREGOS ESTABELECEAM UM MODELO DE UNIVERSO FALSO, CENTRADO NA TERRA, COM O SOL, AS ESTRELAS E OS PLANETAS ORBITANDO UMA TERRA FIXA.

2 QUANDO O MODELO CENTRADO NA TERRA APRESENTOU DEFEITOS, OS ASTRÔNOMOS RESPONDERAM COM REMENDOS. (EXEMPLO: OS EPICICLOS DE PTOLOMEU EXPLICAVAM O MOVIMENTO RETRÓGRADO DOS PLANETAS.)



OS TEÓLOGOS ENCORAJARAM OS ASTRÔNOMOS A PERMANECEREM FIÉIS AO MODELO CENTRADO NA TERRA PORQUE ELE ERA CONDIZENTE COM A BÍBLIA.

3 NO SÉCULO XVI, COPÉRNICO ELABOROU UM MODELO DE UNIVERSO CENTRADO NO SOL, NO QUAL A TERRA E OS OUTROS PLANETAS O ORBITAVAM. ERA UM MODELO SIMPLES E RAZOAVELMENTE PRECISO.



INFELIZMENTE, O MODELO DE COPÉRNICO FOI IGNORADO, PORQUE:

- ♦ ELE ERA QUASE DESCONHECIDO
- ♦ ELE DESAFIAVA O BOM SENSO
- ♦ ELE ERA MENOS PRECISO QUE O MODELO DE PTOLOMEU
- ♦ A ORTODOXIA RELIGIOSA (E CIENTÍFICA) NÃO O ACEITAVA

4 O MODELO DE COPÉRNICO FOI REVISADO POR KEPLER, USANDO AS OBSERVAÇÕES DE TYCHO BRAHE. ELE MOSTROU QUE OS PLANETAS ORBITAM EM ÓRBITAS (LEVEMENTE) ELÍPTICAS, NÃO CIRCULARES. O MODELO CENTRADO NA TERRA AGORA MAIS SIMPLES E MAIS PRECISO QUE O MODELO CENTRADO NA TERRA.

5 GALILEU DEFENDEU O MODELO DE COPÉRNICO. USOU O TELESCÓPIO PARA MOSTRAR QUE O SOL TINHA MANCHAS, QUE A LUA APRESENTAVA FASES, O QUE CONTRARIAVA A TEORIA ANTIGA E APOIAVA A TEORIA DE COPÉRNICO.



NOS SÉCULOS POSTERIORES, A FÍSICA E A ASTRONOMIA ADOTARAM O MODELO DE COPÉRNICO E SE DESENVOLVERAM.

6 EM 1900 OS COSMÓLOGOS COMEÇARAM A CRIAR UM MODELO DE UNIVERSO EM QUE O UNIVERSO HAVIA SIDO CRIADO, MAS QUE EXISTIA PARA SEMPRE. HAVIA EVIDÊNCIA QUE APOIAVA A TEORIA DE COPÉRNICO. O UNIVERSO ETERNO NÃO ERA MAIS VIÁVEL.

7 OS COSMÓLOGOS DO SÉCULO XX COMEÇARAM A ABORDAR A COSMOLOGIA COMO UMA CIÊNCIA.

O UNIVERSO

TERIA EXISTIDO POR SEMPRE.



AVAM TUDO

ROS.

O UNIVERSO
(E NÃO SOBRENATURAIS).

PROTOCIÊNCIAS GREGOS

USCARAM TEORIAS E MODELOS

DE FOSSEM:

SIMPLES

PRECISOS

NATURAIS

VIÁVEIS

ISTRÔNOMOS GREGOS

ABELEGERAM UM MODELO DE

VERSO FALSO, CENTRADO NA

VA, COM O SOL, AS ESTRELAS E

LANETAS ORBITANDO UMA

A FIXA.

TERRA APRESENTOU

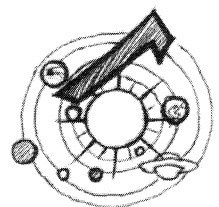
AM COM REMENDOS.

EXPLICAVAM O

AS.)

NOMOS A PERMANECEREM

PORQUE ELE ERA



/UM
2L
AS O

INFELIZMENTE, O MODELO DE COPERNICO, CENTRADO NO SOL, FOI

IGNORADO, PORQUE:

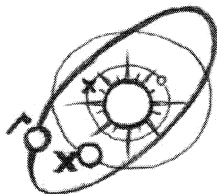
♦ ELE ERA QUASE DESCONHECIDO.

♦ ELE DESAFIAVA O BOM SENSO.

♦ ELE ERA MENOS PRECISO QUE O DE PTOLOMEU.

♦ A ORTODOXIA RELIGIOSA (E CIENTÍFICA) SUFOCAVA O PENSAMENTO ORIGINAL.

4 O MODELO DE COPERNICO FOI APERFEIÇOADO
POR KEPLER, USANDO AS OBSERVAÇÕES DE TYCHO.
ELE MOSTROU QUE OS PLANETAS PERCORREM
ÓRBITAS (LEVEMENTE) ELÍPTICAS, E NÃO
CIRCULARES. O MODELO CENTRADO NO SOL ERA
AGORA MAIS SIMPLES E MAIS PRECISO DO QUE O
MODELO CENTRADO NA TERRA.



5 GALILEU DEFENDEU O MODELO CENTRADO NO SOL. ELE
USOU O TELESCÓPIO PARA MOSTRAR QUE JÚPITER TINHA
LUVAS, QUE O SOL TINHA MANCHAS E VÊNUS
APRESENTAVA FASES, O QUE CONTRADIZIA
A TEORIA ANTIGA E APOIAVA A NOVA.

OOO

GALILEU ESCREVEU UM LIVRO EXPLICANDO POR
QUE O MODELO CENTRADO NO SOL ERA
CORRETO. INFELIZMENTE, A IGREJA O
AMEAÇOU E O OBRIGOU A RETIRAR O QUE
DISSERA EM 1633.

NOS SÉCULOS POSTERIORES, A IGREJA TORNOU-SE MAIS TOLERANTE. OS
ASTRÔNOMOS ADOPTARAM O MODELO CENTRADO NO SOL E A CIÊNCIA
SE DESENVOLVEU.

6 EM 1900 OS COSMÓLOGOS CONCLUIRAM QUE O UNIVERSO NÃO
FORA CRIADO, MAS QUE EXISTIA POR TODA A ETERNIDADE. MAS NÃO
HAVIA EVIDÊNCIA QUE APOIASSE TAL TEORIA. A HIPÓTESE DO
UNIVERSO ETERNO NÃO ERA MAIS QUE UM MITO.

7 OS COSMÓLOGOS DO SÉCULO XX RETOMARAM A GRANDE QUESTÃO E
A ABORDARAM CIENTIFICAMENTE.



O UNIVERSO TERIA SIDO CRIADO?

OU

TERIA EXISTIDO POR TODA A ETERNIDADE?

TEORIAS DO UNIVERSO

Capítulo 2

[A teoria da relatividade de Einstein] é provavelmente a maior conquista do intelecto humano até a época atual.

BERTRAND RUSSELL

Foi como se uma parede que nos separava da Verdade tivesse desabado. Extensões maiores e grandes profundidades estavam agora expostas ao olhar investigador do conhecimento, regiões sobre as quais não tínhamos nem mesmo um pressentimento. Ela nos aproximou muito mais da compreensão do plano subjacente a todos os acontecimentos físicos.

HERMANN WEYL

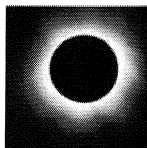
Mas os anos de busca ansiosa, procurando na escuridão por uma Verdade que se sente, mas que não se consegue expressar, o intenso desejo e as variações de confiança e receio até finalmente emergir na luz — só aqueles que passaram pela experiência podem compreendê-la.

ALBERT EINSTEIN

E impossível viajar mais rápido do que a luz e certamente nem é desejável, porque o chapéu fica sendo arrancado pelo vento.

WOODY ALLEN

Ao longo das primeiras décadas do século XX, os cosmólogos desenvolveram e testaram toda uma série de modelos do universo. Esses modelos surgiram quando os físicos adquiriram uma compreensão mais clara do universo e das leis científicas que o sustentam. Quais são as substâncias que formam o universo e como elas se comportam? O que provoca a força da gravidade e como a gravidade rege as interações entre as estrelas e os planetas? E, se o universo foi feito de espaço e evoluiu no tempo, o que exatamente os físicos chamam de espaço e de tempo? Responder a todas essas questões fundamentais só se tornaria possível depois que os físicos tivessem abordado uma pergunta simples e aparentemente inocente: qual é a velocidade da luz?



Quando vemos o clarão de um relâmpago, é porque o relâmpago está emitindo luz, que pode ter percorrido vários quilômetros em nossa direção até chegar aos nossos olhos. Os antigos filósofos se perguntavam como a velocidade da luz afetava o sentido da visão. Se a luz viaja a uma velocidade finita, então ela levaria algum tempo para chegar até nós, e assim, na ocasião em que vemos o relâmpago, ele pode não existir mais. De outro modo, se a luz se move infinitamente rápido, então ela alcançaria os nossos olhos instantaneamente e veríamos o relâmpago no momento em que ele ocorre. Decidir qual é o cenário correto parecia além da capacidade dos antigos.

A mesma pergunta seria feita em relação ao som, mas dessa vez a resposta era mais óbvia. O trovão e o relâmpago são gerados simultaneamente, mas ouvimos o trovão depois de ver o relâmpago. Para os antigos filósofos, era razoável presumir que o som tinha uma velocidade finita e por certo viajava mais lentamente do que a luz. Assim, eles estabeleceram uma teoria da luz e do som baseada na seguinte cadeia de raciocínio incompleto:

1. A queda de um raio gera luz e som.
2. A luz viaja ou muito rápido ou infinitamente rápido em direção a nós.
3. Vemos o relâmpago logo depois que ele acontece, ou instantaneamente.
4. O som se desloca mais lentamente (aproximadamente 1.000 km/h).
5. Portanto, nós ouvimos o trovão algum tempo depois, dependendo da distância do local onde o raio caiu.

Ainda assim, a pergunta fundamental em relação à velocidade da luz — se era finita ou infinita — continuou a estimular as maiores mentes do mundo durante séculos. No século IV a.C., Aristóteles afirmou que a luz viajava com velocidade infinita, e assim o acontecimento e a observação seriam simultâneos. No século XI, os cientistas islâmicos Ibn Sina e al-Haytham assumiram uma posição oposta, acreditando que a velocidade da luz, embora extraordinariamente alta, era finita, e assim qualquer acontecimento seria observado algum tempo depois de acontecer.

Havia claramente uma diferença de opiniões, mas em ambos os casos o debate permaneceu puramente filosófico até 1638, quando Galileu propôs um método para medir a velocidade da luz. Dois observadores com lâmpadas e obturadores ficariam a alguma distância um do outro. O primeiro observador piscaria um sinal para o segundo, que então faria o mesmo sinal luminoso de volta. O primeiro observador poderia então estimar a velocidade da luz medindo o tempo entre o envio e o recebimento dos sinais. Infelizmente Galileu já estava cego e vivendo sob prisão domiciliar quando teve esta idéia, e nunca conseguiu realizar a experiência.

Em 1667, 25 anos depois da morte de Galileu, a famosa Accademia del Cimento, de Florença, decidiu testar a idéia de Galileu. Inicialmente os dois observadores ficaram próximos. Um piscou a lanterna para o outro, e o outro viu o sinal e piscou de volta. O primeiro homem estimou o tempo transcorrido entre o envio do primeiro sinal e a visão do clarão de resposta e o resultado foi um intervalo de uma fração de segundo. Isso, entretanto, poderia ser atribuído ao seu tempo de reação. A experiência foi repetida várias vezes com os dois homens ficando cada vez mais afastados para medir o tempo do clarão de resposta sobre distâncias cada vez maiores. Se o tempo de retorno tivesse aumentado com a distância, isso indicaria uma velocidade

finita e relativamente baixa permaneceu constante. Isto, ou era tão rápida que observadores era insignificante, ou era tão lenta, eles teriam demorado mais tempo para se afastarem.

A dúvida sobre a velocidade da luz permaneceu até que um astrônomo resolveu o problema alguns anos depois. O astrônomo de Tycho observou o movimento do observatório de modificado com outras, foi conquistado a reputação de astrônomo. Ele deu uma oferta para ocupar o Observatório de Paris, que fora estabelecido para pesquisas independentes, mas ele recusou. Foi em Paris que se encorajou Römer a estudar a velocidade da luz em especial Io. Cada lua de Io, tal como a nossa Lua, tem movimentos irregulares. Às vezes Io aparece antes do programado, enquanto outras vezes ela não deveria se compor com o movimento da atitude lânguida de Io.

De modo a investigar a velocidade da luz, ele fez uma série de posições e horários de observação. Ele fazia sentido até que ocorreu uma anomalia. Quando Júpiter estavam no mesmo lado do Sol, as observações contravam em lados opostos. Isto indicava uma diferença de tempo entre Terra e Júpiter,

finita e relativamente baixa para a luz, mas na realidade o tempo de retorno permaneceu constante. Isso implicava que a velocidade da luz ou era infinita, ou era tão rápida que o tempo que a luz levava para viajar entre os dois observadores era insignificante comparado com seus tempos de reação. Os experimentadores só puderam chegar à conclusão limitada de que a velocidade da luz ficava em algum valor entre 10.000 km/h e infinito. Se fosse mais lenta, eles teriam detectado um atraso crescente à medida que os homens se afastavam.

A dúvida sobre a velocidade da luz ser finita ou infinita permaneceu sem resposta até que um astrônomo dinamarquês chamado Ole Römer abordou o problema alguns anos depois. Quando jovem, ele tinha trabalhado no antigo observatório de Tycho Brahe, em Uraniborg, medindo a localização exata do observatório de modo que as observações de Tycho pudessem ser relacionadas com outras, feitas em outras partes da Europa. Em 1672, tendo conquistado a reputação de ser um excelente pesquisador do céu, ele recebeu uma oferta para ocupar um cargo na prestigiada Academia de Ciências de Paris, que fora estabelecida de modo que os cientistas pudessem fazer pesquisas independentes, ficando livres dos caprichos de reis, rainhas e papas. Foi em Paris que seu colega acadêmico Giovanni Domenico Cassini encorajou Römer a estudar uma estranha anomalia associada às luas de Júpiter, em especial Io. Cada lua deveria orbitar Júpiter de modo perfeitamente regular, tal como a nossa Lua orbita a Terra com regularidade, mas os astrônomos ficaram chocados ao descobrir que os tempos de Io eram levemente irregulares. Às vezes Io aparecia por trás de Júpiter alguns minutos antes do programado, enquanto outras vezes estava alguns minutos atrasada. Uma lua não deveria se comportar dessa maneira, e todos ficaram intrigados com a atitude languida de Io.

De modo a investigar o mistério, Römer estudou minuciosamente a tabela de posições e horários de Io que tinha sido registrada por Cassini. Nada fazia sentido até que ocorreu a Römer que ele poderia explicar tudo se a luz tivesse uma velocidade finita, como mostrado na figura 19. Às vezes Terra e Júpiter estavam no mesmo lado do Sol, enquanto em outras ocasiões se encontravam em lados opostos e bem distantes. No ponto de máxima separação entre Terra e Júpiter, a luz de Io tinha que viajar mais 300 milhões de

mente rápido em direção a nós. Le acontece, ou instantaneamente.roximadamente 1.000 km/h).m tempo depois, dependendo da

relação à velocidade da luz — se ular as maiores mentes do mundo tóteles afirmou que a luz viajava cimento e a observação seriam sí- micos Ibn Sina e al-Haytham assu- que a velocidade da luz, embora im qualquer acontecimento seria

ser. inhões, mas em ambos os casos o ite 1638, quando Galileu propôs 2. Dois observadores com lâmpa- cia um do outro. O primeiro ob- , que então faria o mesmo sinal poderia então estimar a veloci- o recebimento dos sinais. Infeliz- o prisaõ domiciliar quando teve

erência. Galileu, a famosa Accademia del de Galileu. Inicialmente os dois u a lanterna para o outro, e o teiro homem estimou o tempo e a visão do claro de resposta o de segundo. Isso, entretanto, ão. A experiência foi repetida a vez mais afastados para medir is cada vez maiores. Se o tempo , isso indicaria uma velocidade